

KONSENTRASI LOGAM BERAT (Pb, Cd, Cu, Zn) TERLARUT, DALAM SESTON, DAN DALAM SEDIMEN DI ESTUARI BANJIR KANAL BARAT, SEMARANG

The Heavy Metal Consentration of Pb, Cd, Cu, and Zn at Banjir Kanal Barat Estuary, Semarang

LILIK MASLUKAH

Jurusan Ilmu Kelautan FPIK-UNDIP, Kampus Tembalang, Semarang, Telp/Fax : (024)7474698

Abstract

Trace metals in the aquatic environment are formed either in dissolved or particulate fractions. Within an estuary, the metals are influenced by dilution, adsorption and desorption processes, so their concentrations will be changed through either removal or addition. The objective this study is mainly to determine concentration of Pb, Cd, Cu and Zn in the dissolved phase, in suspended solid and in surface sediments in the Estuary of Banjir Kanal Barat, Semarang. Field measurement of physical and chemical parameter were done in September 2005 in 7 station within the estuary. The results showed that the concentrations of Pb, Cd, Cu and Zn in dissolved phase were lower than those found in particles and surface sediments.

Keywords : Pb, Cd, Cu, Zn, Banjir kanal barat

LATAR BELAKANG

Logam berat terdapat di seluruh lapisan alam, namun dalam konsentrasi yang sangat rendah. Dalam air laut konsentrasinya berkisar antara 10^{-5} – 10^{-3} ppm. Pada tingkat kadar yang rendah, beberapa logam berat umumnya dibutuhkan oleh organisme hidup untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Namun sebaliknya bila kadarnya meningkat, logam berat berubah sifat menjadi racun (Philips 1980). Peningkatan kadar logam berat dalam air laut terjadi karena masuknya limbah yang mengandung logam berat ke lingkungan laut. Limbah yang banyak mengandung logam berat biasanya berasal dari kegiatan industri, pertambangan, pemukiman dan pertanian.

Estuari merupakan wilayah pesisir semi tertutup yang mempunyai hubungan bebas dengan laut terbuka dan menerima masukan air tawar dari daratan, melalui sistem sungai yang bermuara. Aliran air sungai membawa sejumlah komponen, termasuk logam berat dalam bentuk terlarut dan partikulate ke daerah estuari. Di estuari material partikulate dapat bertindak sebagai sumber bagi komponen yang terlarut, dan sebaliknya komponen yang terlarut dapat menjadi sumber bagi komponen partikulate. Selain itu material dalam bentuk partikulate ini juga akan mengalami penenggelaman membentuk sedimen di dasar. Sedimen ini tidak bersifat statis karena adanya berbagai proses fisika, kimia dan biologi, sehingga komponen tersebut dapat kembali ke kolom air.

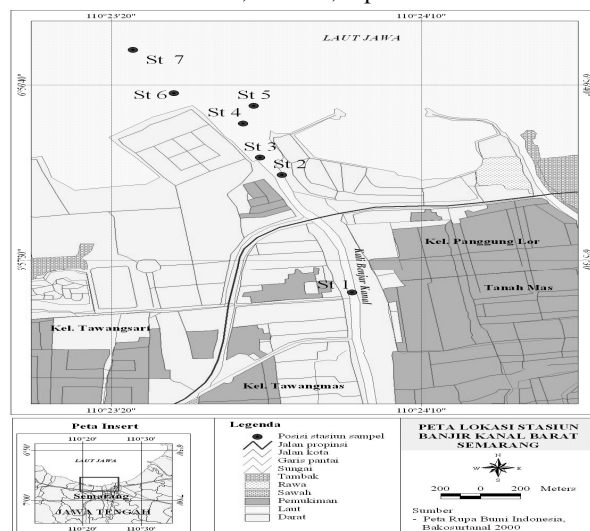
Sungai Banjir Kanal Barat merupakan sungai yang berpotensi sebagai media pembawa limbah, termasuk limbah logam berat, yang dibuang oleh kegiatan-kegiatan industri antara lain industri tekstil (PT. Daimatex, Sinar Panca Jaya, Panca Tunggal), industri logam dan mesin (PT. Raja Besi), industri Kimia Farma dan Paphros), dan industri keramik (PT. Queen Keramik dan Alam Daya Sakti) (Bappedal, 2002).

Dalam usaha mengetahui pencemaran logam berat di perairan Sungai Banjir Kanal Barat, maka perlu dilakukan pemantauan terhadap kandungan logam berat di perairan tersebut secara berkesinambungan. Salah satu kegiatan pemantauan ini adalah dengan melakukan penelitian mengenai konsentrasi logam berat, seperti timbal (Pb), cadmium (Cd), Tembaga (Cu) dan seng (Zn)

terlarut, dalam seston dan dalam sedimen di perairan tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September – Oktober 2005, yang dibagi dalam 2 tahap yaitu : tahap pengambilan sampel di lapangan dan analisis sampel di laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada tanggal 8 dan 22 September 2005. Lokasi penelitian terletak di lokasi sekitar Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang dengan letak lintang $110^{\circ} 23' 23.5''$ - $110^{\circ} 23' 56''$ BT dan $06^{\circ} 56' 30''$ – $06^{\circ} 58' 7.5''$ LS (Gambar 1). Analisis logam berat dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI), Jakarta dan analisis parameter lainnya seperti total padatan tersuspensi (TSS), tekstur sedimen dan bahan organik dilakukan di Laboratorium Kelautan, UNDIP, Jepara.



Gambar 1. Lokasi penelitian, Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang.

Contoh air diambil dengan *Van Dorn Water sampler* yang mempunyai kapasitas 2 liter, yang diambil dari permukaan. Kemudian contoh air disimpan dalam botol *polyethylen* dan disimpan dalam kotak es (*ice box*)

untuk dianalisis lebih lanjut di laboratorium. Di laboratorium, air untuk analisa logam berat kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring *Nucleopore*, dengan ukuran pori 0,45 μm , yang telah direndam dalam HCl 6N selama seminggu dan dibilas dengan *aquadest*. Setelah di saring air contoh diawetkan dengan menambahkan HNO_3 ($\text{pH} < 2$) (Hutagalung *et al.* 1997). Kertas saring yang telah digunakan dikeringkan dalam oven, kemudian di gunakan untuk menghitung total padatan tersuspensi dan kandungan logam berat dalam seston. Pengukuran logam berat menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometry*), yang mempunyai ketelitian 0,001 dan batas deteksi minimal 0,001 ppm. Dalam pengukuran dengan AAS ini, masing-masing dilakukan ulangan sebanyak 3 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi logam Pb, Cd, Cu dan Zn terlarut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb terlarut di estuari Banjir Kanal Barat, berkisar antara 0,001 – 0,004 ppm (mg/l), logam Cd terlarut tidak dapat terdeteksi (konsentrasinya $< 0,001$ ppm, logam Cu terlarut berkisar antara 0,001 – 0,004 ppm dan logam Zn berkisar antara 0,002 – 0,010 ppm. Untuk lebih lengkapnya konsentrasi logam Pb, Cd, Cu dan Zn terlarut dapat dilihat pada Tabel 1.

1. **Logam Pb Terlarut.** Pada pengambilan I dan II, konsentrasi Pb di stasiun dekat laut (stasiun 4 – 7) mengalami kenaikan yang cukup tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa sumber dari logam Pb dilokasi penelitian berasal dari laut. Secara umum kandungan logam berat Pb terlarut di lokasi penelitian telah melampaui kisaran alami, yaitu 0,01 - 0,035 ppb (Laws 1993), tetapi masih di bawah kisaran maksimum yang dikeluarkan oleh EPA (1973) dalam Hutagalung (1984) yaitu sebesar 0,05 ppm.
2. **Logam Cd Terlarut.** Konsentrasi logam Cd terlarut selama penelitian tidak dapat terdeteksi (konsentrasinya < 1 ppb). Hal ini berkaitan dengan sumber Cd di lokasi penelitian yang sangat kecil sehingga konsentrasinya tidak dapat terdeteksi. Menurut Miettinen (1977) dalam Sanusi (1983) pada umumnya perairan mengandung kadar Cd lebih kurang 1 ppb.
3. **Logam Cu Terlarut.** Tingginya nilai konsentrasi Cu di stasiun 1 ini berkaitan dengan sumbernya yang berasal dari sungai, sebelum mereka mengalami pengenceran lebih lanjut di daerah estuari. Sedangkan di stasiun 6 pada pengambilan II, di sebabkan oleh adanya pengadukan dasar akibat adanya arus yang cukup tinggi dan menimbulkan gesekan dengan dasar perairan, dimana kedalaman perairan pada pengambilan II cukup dangkal (0,65m). Kemudian oleh adanya proses desorpsi oleh partikel menambah konsentrasi terlarut Cu di stasiun tersebut. Secara keseluruhan nilai konsentrasi Cu terlarut pada pengambilan II, lebih tinggi daripada pengambilan I. Hal ini disebabkan karena kondisi pengambilan sampel air yang berbeda kondisinya. Pada saat pengambilan II, di lokasi penelitian telah turun hujan lebat, yang menyebabkan air sungai sebagai sumber

dari elemen kimia ini lebih banyak membawa material, termasuk logam Cu terlarut dari daerah daratan. Adanya curah hujan menyebabkan debit air sungai sedikit mengalami kenaikan. Konsentrasi Cu dalam perairan yang terukur selama penelitian di Sungai Banjir Kanal Barat masih berada dalam kisaran maksimum dari konsentrasi yang ditentukan oleh EPA (1976) yaitu sebesar 23 ppb.

4. **Logam Zn Terlarut.** Adanya penurunan nilai konsentrasi ini di sebabkan adanya faktor pengenceran dari air laut. Tingginya konsentrasi Zn di stasiun 1 berkaitan dengan sumbernya yang berasal dari sungai, sebelum mereka mengalami pengenceran lebih lanjut di daerah estuari. Secara umum konsentrasi Zn yang terukur selama penelitian di Sungai Banjir Kanal Barat, masih di bawah kriteria kualitas air yang dikeluarkan oleh EPA yaitu sebesar 170 ppb.

Konsentrasi Pb, Cd, Cu dan Zn dalam Seston. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb dalam seston di estuari Banjir Kanal Barat, Semarang berkisar antara 10,556 - 30,556 mg/kg, logam Cd berkisar antara 4,21 - 20,617 mg/kg, logam Cu berkisar antara 13,33 - 97,826 mg/kg dan logam Zn berkisar antara 48,33 - 226,27 mg/kg (Tabel 2).

Logam Pb. Konsentrasi logam Pb dalam seston lebih tinggi pada pengambilan I daripada pengambilan II. Untuk stasiun yang masuk wilayah laut (stasiun 4 – 6) mempunyai konsentrasi yang sedikit lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa sumber logam Pb berasal dari laut.

Logam Cd. Konsentrasi Cd dalam seston sangat kecil dibanding dengan logam yang lainnya. Hal ini dapat dijadikan sebagai petunjuk bahwa sumber Cd di lokasi penelitian memang sangat kecil, sehingga kandungan dalam air juga kecil < 1 ppb. Begitu juga kandungan logam Cd dalam sedimen yang cukup kecil. Secara umum konsentrasi logam Cd dalam seston saat pengambilan II lebih tinggi dibandingkan pada pengambilan I. Pada saat pengambilan II di lokasi penelitian telah turun hujan lebat, yang menyebabkan air sungai sebagai sumber dari elemen kimia ini lebih banyak membawa material, termasuk logam Cd dalam seston dari daerah daratan. Hal ini mengindikasikan bahwa sumber Cd yang masuk ke muara Sungai Banjir Kanal Barat sebagian besar berasal dari daratan yang kemudian dibawa oleh air sungai. Keadaan ini dapat dilihat dengan meningkatnya debit sungai, Cuaca Bulan September dan meningkatnya material tersuspensi.

Logam Cu. Pada pengambilan II konsentrasi logam Cu dalam seston jauh lebih tinggi daripada pengambilan I. Hal ini mengindikasikan bahwa sumber Cu yang masuk ke muara Sungai Banjir Kanal Barat sebagian besar berasal dari daratan yang kemudian dibawa oleh air sungai.

Logam Zn. Seperti logam Cd dan Cu, pada pengambilan II, konsentrasi logam Zn lebih tinggi dibandingkan dengan pada pengambilan I.

Konsentrasi Logam Pb, Cd, Cu, dan Zn dalam Sedimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni dalam sedimen di estuari Banjir Kanal Barat, berkisar antara 0,006 – 183,39 ppm. Untuk logam Pb berkisar antara 4,14 – 13,93

ppm, logam Cd berkisar 0,006 – 0,117 ppm, logam Cu berkisar antara 30,54 – 55,09 ppm dan logam Zn berkisar antara 94,11 – 183,39 ppm (Tabel 3).

Logam Zn mempunyai konsentrasi paling tinggi diantara lainnya. Kemudian secara berurutan diikuti logam Cu, Pb dan Cd. Distribusi logam Zn secara umum menurun dengan bertambahnya stasiun. Sedangkan Pb dan Cu distribusinya berubah naik turun. Secara umum adanya perbedaan konsentrasi ini disebabkan oleh berbagai proses baik fisika, biologi maupun kimia. Akan tetapi mungkin yang sangat berpengaruh adalah proses fisika baik adanya proses pengadukan maupun pengendapan dimana proses ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti arus. Arus ini akan mempengaruhi proses laju pengendapan atau sedimentasi dan mempengaruhi ukuran butir sedimen yang terendapkan.

Pada stasiun 4, semua logam konsentrasinya lebih kecil dibandingkan pada stasiun lainnya. Hal ini berkaitan dengan kandungan bahan organik total dalam sedimen, dimana pada stasiun ini juga memiliki konsentrasi rendah. Rendahnya kandungan bahan organik total ini juga berhubungan dengan tekstur sedimen yang di dominasi oleh fraksi pasir.

Parameter Kualitas Air yang Terukur Pada Waktu Penelitian. Nilai salinitas permukaan, pH, kecepatan arus, kedalaman, oksigen terlarut (DO), dan total padatan tersuspensi (TSS) dapat dilihat pada tabel 4.

Debit Sungai. Dari hasil pengukuran debit sungai pada pengambilan I, debit sungai Banjir Kanal Barat, Semarang sebesar 12.88 m³/det dan pada pengambilan II sebesar 13.62 m³/det.

Fraksi Sedimen. Sebaran nilai fraksi sedimen pada setiap stasiun penelitian di sajikan pada Tabel 5.

Pengamatan kandungan logam berat dalam sedimen juga pernah dilakukan oleh Sunoko *dkk.* (1993) di Perairan Banir Kanal Timur, Semarang bulan Agustus 1993 dimana diperoleh rata-rata kandungan Pb berkisar antara 1,019 ± 0,137 ppm, logam Cd antara 1,212 ± 0,154 ppm, logam Cu antara 66,093 ± 8,652 ppm dan logam Zn antara 75,662 ± 9,652 ppm. Dibandingkan dengan penelitian tesebut, ternyata Pb dan Zn yang terukur di daerah penelitian lebih tinggi sedangkan logam Cd dan Cu lebih rendah konsentrasinya. Hal ini di sebabkan karena di sekitar sungai Banjir Kanal timur lebih banyak terdapat berbagai industri, antara lain industri kimia, farmasi, tekstil dan plastik (BAPPEDA Jawa Tengah 1987 *dalam* Sunoko *dkk.* 1993).

Tabel 1. Konsentrasi logam Pb, Cd, Cu dan Zn terlarut (mg/l)

Jenis Logam	Waktu Ambil	Stasiun						
		1	2	3	4	5	6	7
Pb	I	0,001	0,001	0,002	0,004	0,004	0,004	0,004
	II	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
Cd	I	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	II	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cu	I	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	II	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002
Zn	I	0,010	0,007	0,006	0,005	0,003	0,003	0,002
	II	0,009	0,006	0,005	0,005	0,003	0,005	0,003

Tabel 2. Konsentrasi logam Pb, Cd, Cu dan Zn dalam seston (mg/kg)

Jenis Logam	Waktu Ambil	Stasiun						
		1	2	3	4	5	6	7
Pb	I	14,038	15,463	24,258	29,762	24,785	30,556	13,587
	II	10,556	13,587	18,791	17,789	19,65	20,879	14,485
Cd	I	9,615	5,500	4,250	5,952	4,785	5,361	4,210
	II	20,617	15,717	13,485	14,842	12,541	15,632	12,650
Cu	I	44,120	18,370	17,050	37,698	44,258	42,020	13,330
	II	94,940	94,090	80,913	90,450	85,050	97,826	37,140
Zn	I	175,000	123,154	117,050	169,444	105,263	193,280	48,330
	II	226,270	159,78	171,162	172,785	172,680	178,478	81,430

Tabel 3. Konsentrasi logam Pb, Cd, Cu dan Zn dalam seston (mg/kg)

Jenis Logam	Stasiun						
	1	2	3	4	5	6	7
Pb	4,140	13,910	13,930	8,320	8,550	11,260	12,470
Cd	0,006	0,103	0,117	0,013	0,025	0,064	0,065
Cu	30,540	54,590	55,090	35,400	42,980	47,300	46,110
Zn	183,390	138,150	138,380	94,110	124,920	122,620	104,570

Tabel 4. Parameter Kualitas Air yang Terukur Pada Waktu Penelitian

Parameter	Waktu Ambil	Stasiun						
		1	2	3	4	5	6	7
Salinitas	I	0	10	14	26	28	28	30
Permukaan (%)	II	0	5	10	15	20	28	30
pH	I	7,01	7,34	7,51	7,74	7,81	7,85	7,94
	II	7,01	7,21	7,45	7,65	7,75	7,71	7,90
Kecepatan Arus (m/det)	I	0,138	0,071	0,058	0,077	0,083	0,069	0,063
	II	0,150	0,078	0,061	0,077	0,100	0,074	0,069
Kedalaman (m)	I	1,05	1,95	1,55	0,9	0,75	1	3
	II	1,15	1,9	1,55	0,9	0,70	1	3
DO (mg/l)	I	5,16	5,14	5,20	5,40	5,41	5,30	5,57
	II	4,20	4,25	4,25	4,35	4,22	4,25	4,42
TSS	I	19,71	30,96	43,69	42,00	79,00	34,83	20,00
	II	81,5	63,4	65,2	84,2	95,8	75,3	38,9
TOM	I	35,41	25,20	25,15	25,10	12,60	15,25	10,54
	II	37,50	35,80	29,28	30,61	37,50	16,96	15,14

Tabel 5. Nilai Persentase Tekstur Sedimen dan Jenis Sedimen

Stasiun	Fraksi Sedimen			Jenis Sedimen
	Pasir	Lumpur	Liat	
1	83,04	16	0,96	Lempung Berpasir
2	1,04	98	0,96	Lumpur
3	0,92	98	1,08	Lumpur
4	76,88	22	1,12	Lempung Berpasir
5	10,84	88	1,16	Lumpur
6	65,32	34	0,68	Pasir berlempung
7	6,24	88	5,76	Lumpur

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Ir.Tri Partono, M.Sc dan Dr. Ir. I Wayan Nurjaya, M.Sc atas bimbingan dan sarannya. Ucapan yang sama juga saya sampaikan kepada segenap karyawan P3O-LIPI Jakarta, khususnya Laboratorium Pencemaran, atas bantuannya selama analisa di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappedal Propinsi Jawa Tengah. 2002. Laporan Program Kali Bersih Tahun 2002. Pemerintah Propinsi Jawa Tengah. Semarang. Hal : 13 – 14
- EPA (Environmental Protecyc Agency). 1976. Water Quality Criteria. <http://www.epa.gov/ost>.
- Hutagalung, HP. 1984. Logam Berat dalam Lingkungan Laut. Oseana Vol IX. LP3O-LIPI. Jakarta. Hal : 11 – 20
- Maslukah, L. 2006. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Pola Sebarannya di Muara Banjir Kanal Barat, Semarang. (thesis). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Philips JDH. 1980. Proposal for monitoring studies on the contamination of the east seas by trace metal and organoclorine. South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programe. FAO-UNEP, Manila.
- Sanusi HS. 1985. Akumulasi logam berat Hg dan Cd pada tubuh ikan bandeng (*Chanos chanos forskal*). (desertasi). Program Pascasarjana, Intitut Pertanian Bogor.
- Sunoko HR, Sumantri I, Budiono. 1993. Kadar logam berat di perairan Muara Banjir Kanal Timur, Kodya Semarang. In *Makalah Penunjang Seminar Pemantauan Pencemaran Laut*. Jakarta : P₃O – LIPI.